



REC'D 12 JUN 2003

WIPO PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 102 26 689.1

**Anmeldetag:** 15. Juni 2002

**Anmelder/Inhaber:** DaimlerChrysler AG, Stuttgart/DE

**Bezeichnung:** Verfahren und eine Anordnung zur Erzeugung  
elektrischer Energie mit wenigstens einer Brenn-  
stoffzelle

**IPC:** H 01 M 8/02

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der  
ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 25. April 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
im Auftrag

Holz

DaimlerChrysler AG

Dr. Kaufmann

13.06.2002

Verfahren und eine Anordnung zur Erzeugung elektrischer Energie mit wenigstens einer Brennstoffzelle

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anordnung zur Erzeugung elektrischer Energie mit wenigstens einer Brennstoffzelle, die eine Membraneinheit zur mittelbaren oder unmittelbaren Trennung und/oder zum Transport von Ladungsträgern und/oder Reaktionsgasen aufweist, wobei einer Anode auf einer Seite einer zur Membraneinheit gehörenden Polymer-Membran gasförmiger Brennstoff und einer Kathode auf der anderen Seite der Polymer-Membran ein oxidierendes Gas zuführbar und gasförmige Reaktionsprodukte abführbar sind.

Es ist eine Antriebsaggregat in einem Fahrzeug bekannt, das einen Elektrofahrmotor, eine Brennstoffzelle und einen Brennstofftank, einen Wasserspeicher, einen Verdampfer und einen Reformer aufweist. Der Brennstofftank enthält Methanol, das mit Wasser aus dem Wasserspeicher im Verdampfer in den gasförmigen Zustand überführt und danach zum Reformer geleitet wird, in dem unter Zufuhr von Wärme mittels eines katalytischen Brenners im wesentlichen Wasserstoff, Kohlendioxid und Kohlenmonoxid gebildet wird. Das Kohlenmonoxid kann mit einem Oxidator oxidiert werden. Das wasserstoffhaltige Brenngas aus dem Reformer wird mittels eines Kompressors der Brennstoffzelle zugeführt, die aus einem Brennstoffzellen-Stack besteht, in dem eine Vielzahl einzelner Brennstoffzellen-Module integriert sind. Mit einem weiteren Kompressor wird der Brennstoffzelle befeuchtete Luft zugeführt. In der Brennstoffzelle wird aus dem Wasserstoff und dem Sauerstoff der

Luft elektrische Energie für den Elektrofahrmotor erzeugt.  
(DE 44 12 450 A1)

Bekannt ist auch eine Brennstoffzelle mit konvektionsgetriebenem Stofftransport (DE 196 42 754 (2)). Die Brennstoffzelle besteht aus einem Stapel von Brennstoffzellen-Modulen. Der Stapel hat eine längliche Form mit einem Verhältnis von Breite zu Höhe von ca. 1:5 und ist in einem Kreislauf für die Umwälzung von Brennstoff angeordnet. Der Kreislauf hat einen unteren und einen oberen Umkehrpunkt. Der Brennstoff strömt im Kreislauf außerhalb der Brennstoffzelle zum unteren Umkehrpunkt und von dort in die Brennstoffzelle, in der er erwärmt wird und daher nach oben steigt. Unverbrauchter Brennstoff steigt bis zum oberen Umkehrpunkt und gelangt anschließend in einen mit Kühlrippen versehenen Kreislaufabschnitt, wo er sich abkühlt und deshalb unter dem Einfluß der Schwerkraft wieder zum unteren Umkehrpunkt strömt. Mit dieser Brennstoffzelle wird aufgrund der Arbeitsweise ohne Pumpen und Kompressoren der Wirkungsgrad erhöht.

Der Erfindung liegt das Problem zugrunde, ein Verfahren und eine Anordnung zur Erzeugung elektrischer Energie mit einer Brennstoffzelle anzugeben, mit denen im Betrieb der Brennstoffzelle in deren Membraneinheit gleichförmigere Verhältnisse für die Trennung der Reaktionsgase, den Ladungsträgertransport und die Abfuhr der Reaktionsprodukte erzielbar sind.

Das Problem wird bei einem Verfahren der eingangs beschriebenen Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Membraneinheit während des Betriebs der Brennstoffzelle in einer Lage gehalten wird, die gegenüber der Waagrechten einen Neigungswinkel von  $45^\circ$  oder einen kleineren Neigungswinkel hat. Unter Waagrechten ist hierbei eine Ebene zu verstehen, die rechtwinklig gegenüber der Richtung der Erdanziehung verläuft. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren wird zumindest zu einem wesentlichen Teil ein aufgrund der Erdanziehung höhenabhängig

unterschiedlicher Gasdruck und damit auch ein unterschiedlicher Gehalt an Wasserdampf in den Reaktionsgasen und in der Polymer-Membran vermieden. Hieraus ergibt sich ein relativ gleichmäßiger Feuchtigkeitsgehalt bzw. Elektrolytgehalt im gesamten Membranbereich. Der Einfluß der Schwerkraft auf den Elektrolyt wird ebenfalls gleichförmiger. Der Membranbereich trägt daher gleichmäßiger zur Energieerzeugung bei. Ungleichmäßige Belastungen in der Membranzone und damit eine Verminderung der Membranlebensdauer können somit ebenfalls vermieden werden. Unter Membraneinheit ist hierbei dasjenige Bauteil einer Brennstoffzelle zu verstehen, das mittelbar oder unmittelbar der Trennung und/oder dem Transport von Ladungsträgern und/oder Reaktionsgasen dient. Unter Polymer-Membran ist hierbei die Polymer-Membran eines Brennstoffzellen-Moduls ebenso wie die Gesamtheit der Polymer-Membranen der Brennstoffzellen-Module zu verstehen, die z. B. in einem Stapel in Serie geschaltet sind.

Insbesondere ist die Membraneinheit in einer Ebene angeordnet, die gegenüber der Richtung der Schwerkraft rechtwinklig verläuft. Mit einer solchen Ausrichtung werden besonders gute Verhältnisse in der Polymer-Membran in Bezug auf die Feuchtigkeits- bzw. Elektrolytverteilung erzielt.

Bei einer Anordnung der eingangs beschriebenen Art wird das Problem erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß eine Membraneinheit der Brennstoffzelle mit einem Träger derart verbunden ist, daß sie gegenüber der Waagrechten einen Neigungswinkel von  $45^\circ$  oder einem kleineren Neigungswinkel hat.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist die Membraneinheit der Brennstoffzelle in einem Straßenfahrzeug für den Personen- und/oder Gütertransport längs wenigstens einer Ebene angeordnet, die in waagrechter Fahrzeugstellung unter einem rechten Winkel der nahezu einem rechten Winkel zur Richtung der Schwerkraft ausgerichtet ist.

Straßenfahrzeuge sind üblicherweise nicht für die Fahrt auf Straßen mit Steigungen bis  $45^\circ$  zugelassen, d. h. daß die Brennstoffzelle meistens im Betrieb gegenüber der Horizontalen einen wesentlich geringeren Neigungswinkel als  $45^\circ$  hat. Eine gleichmäßige Feuchtigkeits- und Elektrolytverteilung ist demnach in der Membraneinheit nahezu immer vorhanden.

Die Erfindung wird im folgenden anhand eines in einer Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher beschrieben, aus dem sich weitere Merkmale, Einzelheiten und Vorteile ergeben.

Dabei zeigen:

Fig. 1 eine Membraneinheit einer Brennstoffzelle schematisch, teilweise perspektivisch und im Schnitt,

Fig. 2 schematisch ein Fahrzeug mit einem Elektroantrieb und einer Brennstoffzelle für die Erzeugung der Antriebsenergie.

In der Zeichnung ist eine Membraneinheit 1 eines Brennstoffzellen-Moduls schematisch, teilweise perspektivisch und im Schnitt dargestellt. Eine Elektrolyt-Membran 2 ist auf einer Seite mit einer Kathode 3 verbunden, die gasdurchlässig ist. Auf der anderen Seite ist die Membran 2 mit einer gasdurchlässigen Anode 4 verbunden. Die Kathode 3 und die Anode 4 können jeweils aus einem Kohlenstoffgewebe bestehen. An die Kathode 3 grenzt eine gasundurchlässige Platte 5 an, die auf ihrer, der Kathode 3 zugewandten Seite eine Reihe von Rippen 6 mit gleichen Abständen voneinander aufweist. Die Hohlräume 7 zwischen den Rippen 6 bilden mit der Kathode 3 Kanäle, in denen oxidierende Gas, z. B. Luft mit Sauerstoffgehalt, der Kathode 3 zugeleitet wird.

An die Anode 4 grenzt eine gasundurchlässige Platte 8 an, die Rippen 9 aufweist, die im gleichen Abstand voneinander ange-

ordnet sind. Die Rippen 8 berühren die Anode 4 und bilden mit dieser Kanäle 10, in denen gasförmigen Brennstoff, z. B. ein wasserstoffhaltiges Gas, der Anode 4 zugeführt wird. Die Platten 5, 8 können bei aneinandergrenzenden Brennstoffzellen-Modulen jeweils beidseitig Rippen aufweisen und so für die Zufuhr von Brenngasen und oxidierenden Gasen zu den benachbarten Zellen ausgebildet sein.

Die Elektrolyt-Membran 2 ist eine protonenleitende Ionen-Austauschmembran aus einem Polymer-Material, z. B. Fluorharz, mit sehr guter elektrischer Leitfähigkeit in feuchten Zustand. Die Oberfläche der Membran 2 ist mit einem Katalysator bedeckt. Die Elektrolyt-Membran 2 wird der Betrieb der Brennstoffzelle vom Reaktionswasser und der Feuchte der Reaktionsgase befeuchtet.

Im Betrieb der Brennstoffzelle wird die Membraneinheit 1 in einer Lage gehalten, die rechtwinklig zu der Richtung der Schwerkraft verläuft oder wenigstens unter einem Winkel kleiner als  $45^\circ$  gegen die Richtung der Schwerkraft geneigt ist. Die Richtung der Schwerkraft ist in der Fig. 1 durch die gestrichelten Pfeile 11 symbolisch dargestellt. Unter Betrieb der Brennstoffzelle ist zu verstehen, daß die Brennstoffzelle zur Erzeugung einer elektrischen Spannung und gegebenenfalls Abgabe eines elektrischen Stroms zwischen Kathode 3 und Anode 4 angeregt ist.

Durch die erfindungsgemäße Ausrichtung der Membraneinheit 1 in der vorstehend beschriebenen Weise in Bezug auf die Richtung der Schwerkraft wird im wesentlichen eine ungleichmäßige Befeuchtung der Polymer-Membran 2 vermieden. Dies gilt allgemein für die Feuchtigkeit von für den Ladungstransport verwendeten Elektrolyten. Die gleichmäßigere Befeuchtung der Polymer-Membran 2 mit Wasser bzw. einem anderen Elektrolyten bewirkt auch eine gleichmäßigere Belastung des gesamten Membranbereichs. Wenn die Polymer-Membran 2 nicht Bereiche mit

unterschiedlicher Belastung aufweist, wird sie geschont, was die Membranlebensdauer erhöht.

Die oben beschriebene waagrecht Anordnung der Membraneinheit 1 in Bezug auf die Schwerkraft, wobei unter waagrecht auch die Neigung kleiner  $45^\circ$  verstanden sein soll, hat weiterhin den Vorteil, daß der Abtransport des bei der Reaktion entstehenden Wasserdampfs und damit die Entfeuchtung der Polymer-Membran 2 begünstigt wird.

Die Fig. 2 zeigt schematisch in Seitenansicht ein Elektrofahrzeug 12 für die Personenförderung. Zum Antrieb des Elektrofahrzeug 12 ist an der Vorderachse ein Elektromotor 13 vorgesehen. Zur Energieversorgung des Fahrzeugs 12, insbesondere des Elektromotors 13, ist ein Brennstoffzellensystem 14 vorgesehen, das in an sich bekannter Weise einen Brennstofftank, einen Wasserspeicher, einen Verdampfer, einen Reformer und eine Brennstoffzelle 15 aufweist, die Brennstoffzellen-Module mit Membraneinheiten 1 enthält.

Die Brennstoffzellen-Module 15 sind im Elektrofahrzeug 12 auf einem Träger so angeordnet, daß die Membraneinheiten 1 sich längs Ebenen erstrecken, die bei waagrechter Stellung des Elektrofahrzeugs 12 einen rechten Winkel mit der Richtung der Schwerkraft bilden, die in Fig. 2 durch einen symbolischen Pfeil 16 dargestellt ist.

Fahrzeuge für den Personen und/oder Gütertransport sind üblicherweise für den Betrieb mit begrenzter Fahrbahnsteigung von z. B. weniger  $20^\circ$  zugelassen. Die in Fig. 2 dargestellte Anordnung der Membraneinheiten 1 parallel zur Bodenpartie des Fahrzeugs bzw. zu einer waagrechten Fahrbahn hat den Vorteil, daß im wesentlichen keine höhenabhängige Befeuchtungsverteilung stattfindet. Sowohl die Befeuchtung der Polymer-Membranen 2 als auch die Entfeuchtung aufgrund der im Betrieb der Brennstoffzelle entstehenden Reaktionsgase ist daher über den Polymer-Membran-Bereich nahezu gleichmäßig.

DaimlerChrysler AG

Dr. Kaufmann

13.06.2002

Patentansprüche

- 5 1. Verfahren zur Erzeugung elektrischer Energie mit wenig-  
stens einer Brennstoffzelle, die eine Membraneinheit zur  
mittelbaren oder unmittelbaren Trennung und/oder zum  
Transport von Ladungsträgern und/oder Reaktionsgasen auf-  
weist, wobei einer Anode auf einer Seite einer zur Mem-  
braneinheit gehörenden Polymer-Membran gasförmiger Brenn-  
stoff einer Kathode auf der anderen Seite der Polymer-  
Membran ein oxidierendes Gas zuführbar und Reaktionspro-  
dukte abführbar sind,  
10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
15 dass die Membraneinheit (1) während des Betriebs der  
Brennstoffzelle in einer Lage gehalten wird, die gegen-  
über der Waagrechten einen Neigungswinkel von 45° oder  
einem kleineren Neigungswinkel hat.
- 20 2. Verfahren nach Anspruch 1  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass die Membraneinheit (1) in einer Ebene gehalten wird,  
die gegenüber der Richtung (11) der Schwerkraft recht-  
winklig verläuft.
- 25 3. Anordnung zur Erzeugung elektrischer Energie mit wenig-  
stens einer Brennstoffzelle, die eine Membraneinheit zur  
mittelbaren oder unmittelbaren Trennung und/oder zum  
Transport von Ladungsträgern und/oder Reaktionsgasen auf-  
weist, wobei einer Anode auf einer Seite einer zur Mem-  
30



braneinheit gehörenden Polymer-Membran gasförmiger Brennstoff und einer Kathode auf der anderen Seite der Polymer-Membran ein oxidierendes Gas zuführbar und Reaktionsprodukte abführbar sind,

5     d a d u r c h     g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass eine Membraneinheit (1) der Brennstoffzelle mit einem Träger derart verbunden ist, daß sie gegenüber der Waagrechten einen Neigungswinkel von 45° oder einen kleineren Neigungswinkel hat.

10     4. Anordnung nach Anspruch 3,

   d a d u r c h     g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass die Membraneinheit (1) in einer Brennstoffzelle in einem Straßenfahrzeug (12) für den Güter- und/oder Personentransport längs einer Ebene angeordnet ist, die in  
15     waagrechter Stellung des Fahrzeugs (12) unter einem rechten oder nahezu rechten Winkel zur Richtung (16) der Schwerkraft verläuft.

20

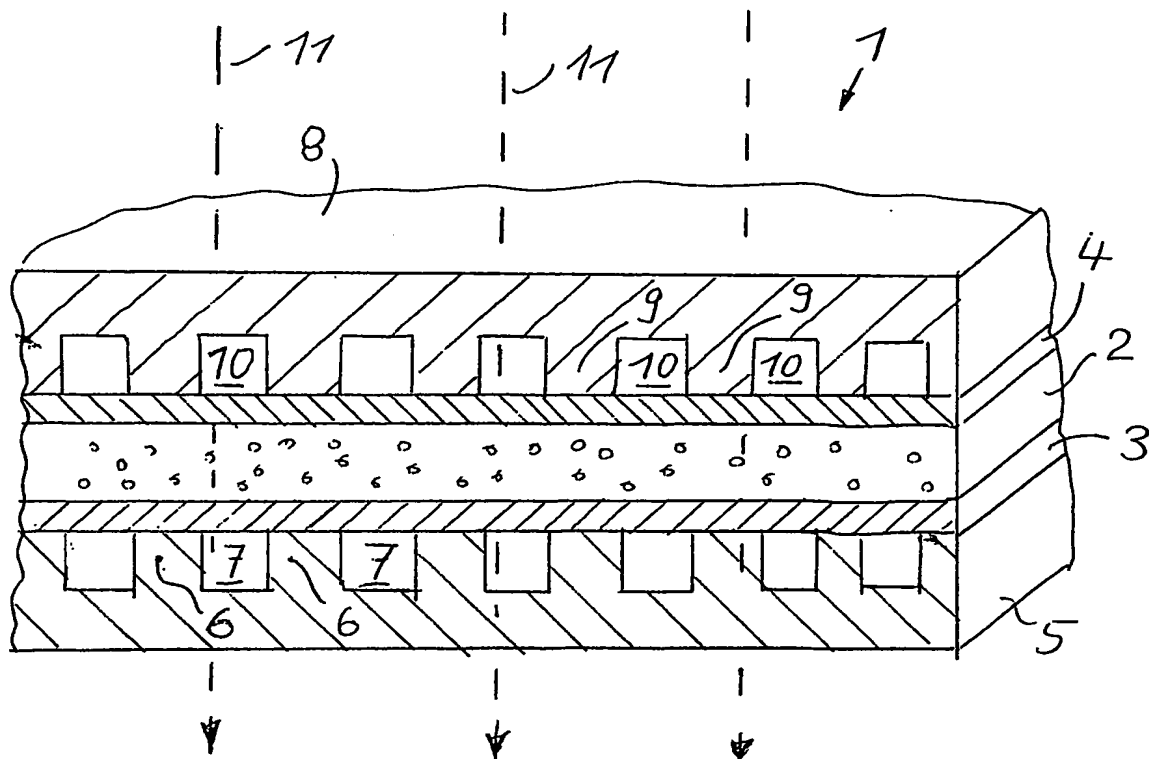
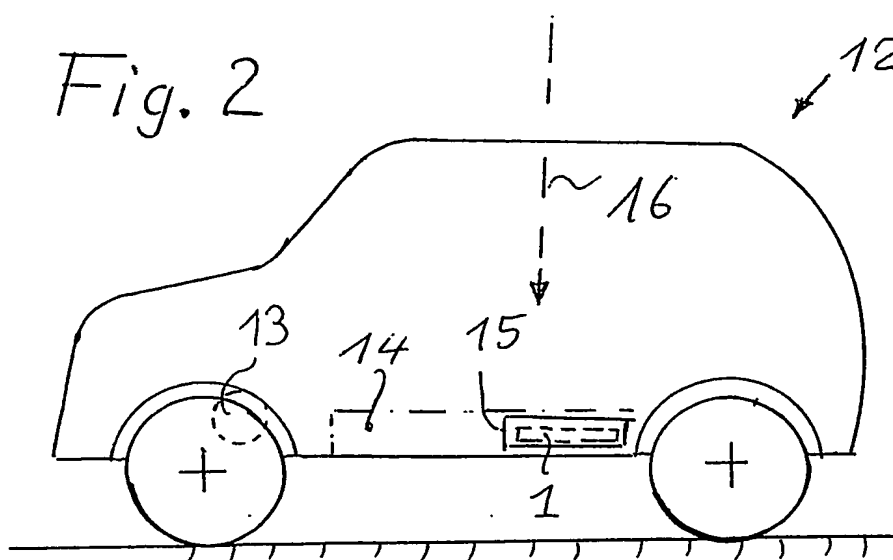


Fig. 1



DaimlerChrysler AG

Dr. Kaufmann

13.06.2002

Zusammenfassung

- 5 Gegenstand der Erfindung sind ein Verfahren und eine Anord-  
nung zur Erzeugung elektrischer Energie mit wenigstens einer  
Brennstoffzelle. die Brennstoffzelle hat eine Membraneinheit  
(1) zur mittelbaren oder unmittelbaren Trennung und/oder zum  
Transport von Ladungsträgern und/oder Reaktionsprodukten. Die  
10 Membraneinheit (1) hat gegenüber der Waagrechten einen Nei-  
gungswinkel von  $45^\circ$  oder einen kleineren Neigungswinkel  
(Fig. 1).

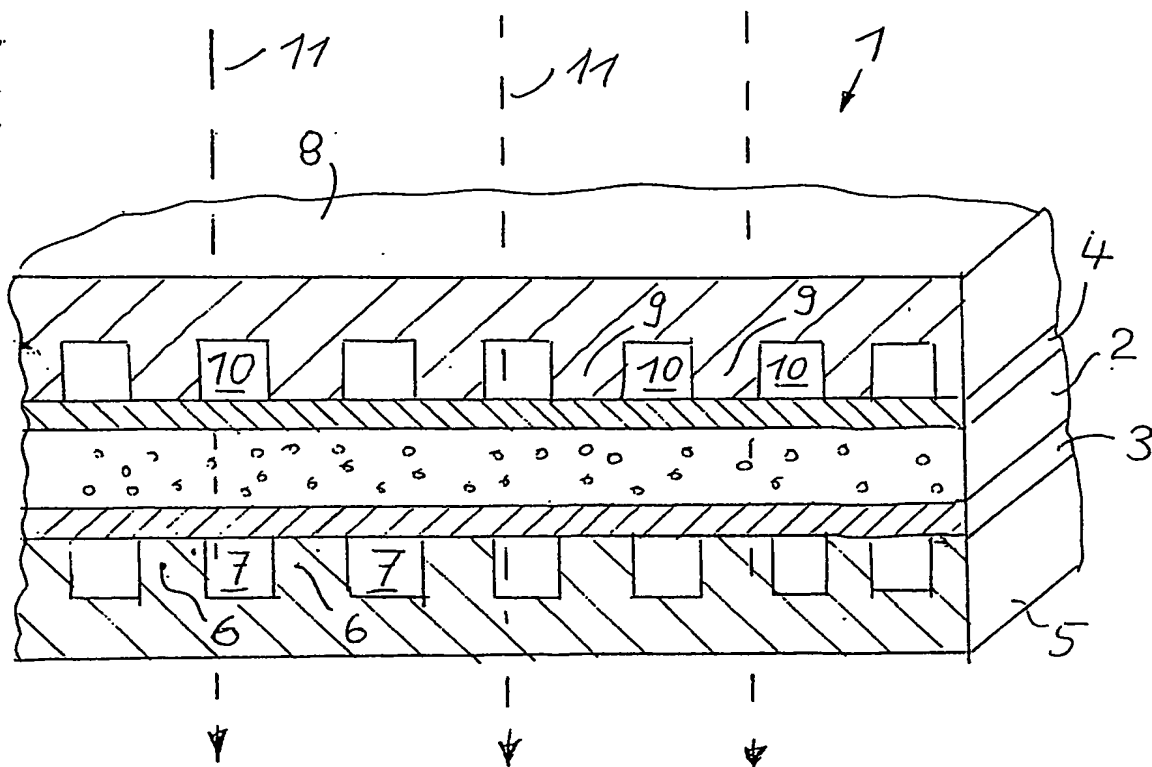


Fig. 1